

# TINJAUAN MODEL ELEY - RIDEAL PADA KINETIKA OKSIDASI KATALITIK GAS BUANG

**Widyastuti**

Fakultas Teknik,, Universitas Setia Budi,  
Jl. Letjen Sutoyo, Mojosongo, Telp. 0271 852518, Fax 0271 853275  
Surakarta 57127; email : widd @indo.net.id

## **ABSTRACT**

*Carbon monoxide can be thrown away safely after it is changed to carbon dioxide by oxidation process. Functionj as oxidator were oxygen, dinitrogen oxide, or the mixture of them, while as catalyst was 10% by weight of Cu-Cr (with the composition ratio 1:1) to Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. In the Cu-Cr catalytic oxidation the mechanism of the reaction follows Eley-Rideal model. In the beginning, oxygen acted as oxidator until the Carbon monoxide conversion reached a certain level, before it was replacement and dominated by dinitrogen oxide. The value of reaction orde is zero to oxygen, and zero to one to dinitrogen-oxide. Apseudo chain reaction mechanism can be used to explain the stepsof the reactions.*

**Keywords :** *Oxidation Kinetics, Carbon Mono-oxide, Eley Rideal*

## **ABSTRAK**

Karbon-monooksida (CO) dapat dibuang ke lingkungan dengan lebih aman setelah dioksidasi menjadi CO<sub>2</sub>. Sebagai oksidator dapat digunakan oksigen (O<sub>2</sub>) dan Nitrogen-dioksida (N<sub>2</sub>O), atau campuran dari keduanya. Oksidasi yang dilakukan secara katalitik dengan menggunakan katalisator 10% berat Cu-Cr terhadap Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dengan komposisi Cu : Cr = 1:1 mengikuti model mekanisme reaksi oksidasi Eley-Rideal. Proses oksidasi CO dengan cara ini merupakan reaksi orde nol terhadap O<sub>2</sub> dan orde nol sampai satu terhadap N<sub>2</sub>O. Pada awal reaksi, O<sub>2</sub> berperan sebagai oksidator hingga suatu tingkat konversi CO tertentu, kemudian peran oksidator digeser dan didominasi oleh N<sub>2</sub>O. Mekanisme reaksi dapat dijabarkan dengan mengambil model reaksi rantai semu.

**Kata kunci :** Kinetika Oksidasi, Karbon Monooksida, Eley Rideal



## **Pendahuluan**

Proses oksidasi CO dalam komposisi gas buang atau gas hasil pembakaran, merupakan tindakan pengamanan lingkungan terhadap pencemaran udara. Beberapa peneliti telah melakukan upaya dengan melakukan penelitian-penelitian skala laboratorium. Percobaan yang dilakukan oleh Lory (1933), Later (1968), Dwyer (1972), dan Mc-Cabe & Mitchell (1988) adalah proses oksidasi katalitik dengan menggunakan katalisator Cu-Cr (Nico, dkk., 1992).

Dari percobaan-percobaan tersebut disimpulkan bahwa Cu-Cr memiliki aktivitas oksidasi terhadap CO dan reduksi terhadap NO yang sebanding dengan penggunaan katalisator Pt-Rh. Walaupun kedua sistem katalisator tersebut mempunyai kekuatan yang hampir sebanding, tetapi model kinetika reaksinya berbeda. Sistem Pt-Rh mengikuti model Langmuir Hinshelwood (Liao dkk., 1982), sedangkan sistem Cu-Cr mengikuti tipe Eley-Rideal (Happel dkk., 1977).

Dalam proses oksidasi gas-gas sisa pembakaran oksidator-oksidator seperti O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O dan NO akan bersaing mengoksidasi reduktor-reduktor (CO dan hidrokarbon) yang terdapat di dalam gas buang. Komposisi gas sisa pembakaran sangat menentukan tingkat reaksi permukaan,

karena katalisator Cu-Cr sangat peka terhadap kondisi oksidasi – reduksi dan mudah berubah aktivitasnya (Nico, dkk., 1992).

## **Proses Oksidasi katalitik Karbon Monooksida**

Proses oksidasi gas karbon monooksida yang merupakan sisa pembakaran dan bersifat mencemari udara dapat dilakukan dalam reaktor tabung secara isothermal dengan berbagai katalisator logam. Katalisator logam yang umum digunakan adalah Pt, Pd, dan Cu. Sebagai pengemban (*support*) dapat digunakan silika, alumina, zeolit dan karbon aktif. Dengan adanya pengemban dengan luas permukaan yang cukup besar dan kestabilan termal yang tinggi, katalisator logam lebih terjamin stabilitasnya, karena komponen aktif dari katalisator logam akan terdispersi di dalam pori-pori pengemban (Sterling, E.V., 1973).

Mekanisme dasar reaksi oksidasi katalitik karbonmonooksida ada dua jenis, yaitu mekanisme Langmuir – Hinshelwood dan mekanisme Eley-Rideal. Mekanisme Langmuir - Hinshelwood, didominasi oleh adsorpsi kimia yang kuat dari gas CO dan O<sub>2</sub> oleh katalisator logam, dengan tahapan reaksi sebagai berikut :

CO (gas) ----→ CO yang teradsorpsi

TINJAUAN MODEL ELEY - RIDEAL  
PADA KINETIKA OKSIDASI KATALITIK GAS BUANG  
(Widyastuti)

O<sub>2</sub> (gas).---→ 2 O yang teradsorpsi  
CO yang teradsorpsi + O yang teradsorpsi ---→ CO<sub>2</sub> (gas)  
Oksidasi dengan katalisator logam Platina pada umumnya mengikuti mekanisme reaksi Langmuir – Hinshelwood. (Sterling, dkk., 1973)

Pada mekanisme Eley- Rideal pereaksi yang tidak teradsorpsi oleh katalisator akan bereaksi secara langsung melalui tumbukan-tumbukan yang terjadi pada fase gas atau melalui adsorpsi fisika

yang relatif lemah pada permukaan katalisator.

Hasil-hasil percobaan yang pernah dilakukan (tabel 1), menunjukkan bahwa pada umumnya kecepatan reaksi oksidasi CO dengan O<sub>2</sub> merupakan orde nol terhadap oksigen dan orde positif lebih kecil dari 1 terhadap CO. Penyimpangan terjadi pada penggunaan Cu-zeolit sebagai katalisator, disamping itu engaruh adanya CO<sub>2</sub> dalam komposisi gas belum banyak diteliti.

**Table 1. Persamaan kecepatan reaksi oksidasi CO :  $r_{CO}=k[CO]^a[O_2]^b[CO_2]^c$  dengan berbagai katalisator**

Katalisator	T (K)	a	b	c	Ea (kJ/mol)	Sumber
CuO	345-410	0.3-0.8	0	<0	73-106	Thomas et al. (1969)
CuO	425-475	0.7	0	0	92	Yu Yao (1975)
CuCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	425-475	0.7	0	0	97	Yu Yao (1975)
BaCuO <sub>2</sub>	425-445	1.2	0	-	63	Halasz et al. (1990)
Cu-Cr/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	475-675	0.7	0	-	-	Schlatter et al. (1973)
CuO,CuCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	420	1	0	-0.33	84	Hertl and Farrauto (1973)
Cu-Y Zeolite	625-725	0	1	-	63	Pentunchi and Hall (1983)
Cu-Y Zeolite*	425-625	1	0	-	56	Miro et al. (1984)
Cu-Mordenite	475-525	0	1	-	92	Miro et al. (1987)
Cu-Mordenite	525-595	1	0	-	126	Miro et al. (1987)
Cu-Mordenite*	475-595	1	0	-	50	Miro et al. (1987)
Cu/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	423	0.5	0.2	-	70	Choi and Vannice

\*Zeolit sesudah direduksi oleh CO pada 1.025 K dan dioksidasi oleh O<sub>2</sub> pada 775 K.

**Sumber** : Nico, dkk., 1992.

### **Model Percobaan**

Percobaan oksidasi CO yang dilakukan oleh Nico dan kawan-kawan menggunakan katalisator 10% berat Cu-Cr terhadap  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dengan komposisi Cu : Cr = 1:1 dalam suatu reaktor tabung pada kondisi isothermal. Interval suhu percobaan  $400^\circ\text{K}$  sampai  $550^\circ\text{K}$

Beberapa gas inert sebagai pembawa yang dapat dipakai adalah He, Ar, Kr,  $\text{SF}_6$ , dan  $\text{C}_4\text{F}_8$  (Silva, A.E.M., 1979). Tahapan percobaan diuraikan sebagai berikut :

### ***Pembuatan Katalisator Cu-Cr/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ (Cu-Cr 1 : 1)***

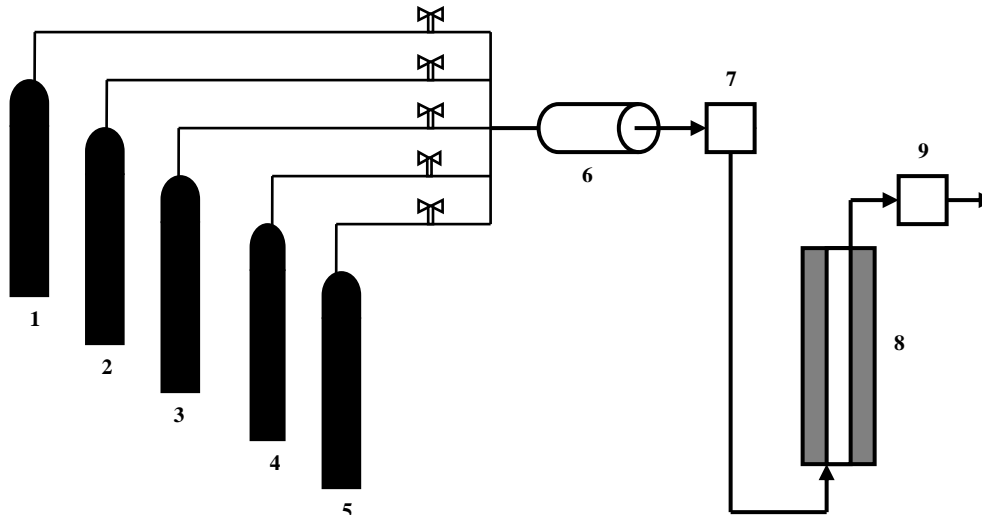
Katalisator dibuat dengan metode ‘impregnasi’, yaitu merendam butir-butir katalisator dengan spesifikasi tertentu ( $\gamma$   $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $V_p = 0,5 \text{ ml/g}$ ,  $S_a = 200 \text{ m}^2/\text{g}$ ,  $\varnothing = 0,15 - 0,25 \text{ mm}$ ), dalam larutan  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  dan  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . Waktu perendaman 2 jam,

suhu perendaman  $393^\circ\text{K}$ , kemudian katalisator dibakar secara isothermal selama 2 jam pada suhu  $773^\circ\text{K}$ .

Karena reaksi oksidasi bersifat eksotermis katalisator diencerkan dengan SiC ( $\varnothing = 0,2 - 0,5 \text{ mm}$ ) dengan perbandingan volume Cu-Cr/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  : SiC = 1 : 1,1

TINJAUAN MODEL ELEY - RIDEAL  
PADA KINETIKA OKSIDASI KATALITIK GAS BUANG  
(Widyastuti)

*Susunan Peralatan*



Gambar 1. Rangkaian alat yang digunakan pada proses Oksidasi CO:

Bagian-bagian rangkaian alat oksidasi terdiri dari :

1. Tangki gas inert
2. Tangki gas CO
3. Tangki gas CO<sub>2</sub>
4. Tangki gas N<sub>2</sub>O
5. Tangki gas O<sub>2</sub>
6. Alat pencampur gas
7. Reaktor yang terbuat dari gelas dengan diameter dalam 5,0 mm dengan selubung reaktor yang terbuat dari alumunium, berisi thermokopel dan dilapisi isolator yang dibuat dari pasta grafit
8. Analisator (kolom kromatografi gas), untuk menganalisa komposisi gas umpan
9. Analisator (kolom kromatografi gas), untuk menganalisa komposisi gas hasil oksidasi

**Kondisi Operasi**

- Kecepatan alir gas total : 98mol/det
- jumlah katalisator : 100 mg
- 'space velocity' : 62.000 jam<sup>-1</sup>
- tekanan absolut : 0,5 bar

- Oksidasi CO dengan O<sub>2</sub>
- Oksidasi CO dengan N<sub>2</sub>O
- Oksidasi CO dengan campuran O<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>O

Variabel yang dipilih adalah komposisi umpan dan suhu

Variasi komposisi umpan yang diambil dapat dilihat pada table 2

**Jenis dan Variabel Percobaan**

Berdasarkan oksidator yang digunakan percobaan dibedakan menjadi tiga, yaitu :

**Tabel 2. Komposisi campuran umpan reaktor**

1a : Campuran dari CO, O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub>				
		CO (%)		
		1	2	3
O <sub>2</sub> (%)	1	0,5 %	0,5, 10%	0, 5 %
	2	0,2 %	0,2 %	0, 2 %
	3	0,2, 5 %	0,2, 5 %	0, 2, 5 %
1b : campuran dari CO, N <sub>2</sub> O dan CO <sub>2</sub>				
		CO (%)		
		0.3	0.5	1
N <sub>2</sub> O (%)	0.1	0,2 %	0 %	0, 2 %
	0.3	0,2 %	0 %	0 %
	0.43	0,2, 5 %	0 %	0 %
1c : Campuran dari CO, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O dan CO <sub>2</sub>				
	CO (%)	O <sub>2</sub> (%)	N <sub>2</sub> O (%)	CO <sub>2</sub> (%)
	1	0.35	-	-
	1	0.35	0.4	-
	1	0.35	0.4	5
	0.3	-	0.4	-

TINJAUAN MODEL ELEY - RIDEAL  
PADA KINETIKA OKSIDASI KATALITIK GAS BUANG  
(Widyastuti)

Perhitungan Konversi CO dan N<sub>2</sub>O

Untuk menghitung konversi CO dipakai

$$X_{CO} = \frac{CO_{2out}/CO_{out} - CO_{2in}/CO_{in}}{1 + CO_{2out}/CO_{out}} \dots\dots(1)$$

Persamaan 1) dapat dijabarkan dengan

memisalkan :

$$a = CO_{2in}/CO_{in}$$

$$b = CO_{2out}/CO_{out}$$

berdasarkan persamaan neraca massa :

$$CO_{in} + CO_{2in} = CO_{out} + CO_{2out}$$

$$CO_{in} + a.CO_{in} = CO_{out} + b.CO_{out}$$

$$CO_{in} (1 + a) = CO_{out} (1 + b)$$

Substitusi CO<sub>out</sub> dengan :

$$CO_{out} = CO_{in} (1 - X_{CO}) \quad (2)$$

Diperoleh :  $(1+a) = (1-X_{CO})(1+b)$  atau :

$$X_{CO} = 1 - \frac{(1+a)}{(1+b)} = \frac{b-a}{1+b} \quad (3)$$

Jika a dan b disubstitusikan, akan diperoleh persamaan 1)

Untuk umpan yang tidak mengandung CO<sub>2</sub>, persamaan menjadi :

$$X_{CO} = CO_{2out} / (CO_{2out} + CO_{out}) \quad (4)$$

Untuk menghitung konversi N<sub>2</sub>O dipakai

rumus :

$$X_{N_2O} = N_{2out} / (N_{2out} + N_2O_{out}) \quad (5)$$

*Batasan-batasan yang diambil*

- a. Kondisi proses isothermal, agar transfer panas intrapartikel dapat diabaikan.
- b. Rasio tinggi-bed/diameter-partikel diambil 50 sampai 80 agar dispersi aksial dalam bed katalisator dapat diabaikan.
- c. Rasio diameter-reaktor/diameter-partikel diambil 20 sampai 30 agar dapat diasumsikan bahwa profil kecepatan tegak lurus terhadap penampang reaktor.
- d. Ukuran diameter partikel katalisator dibuat heterogen, agar difusi intrapartikel dapat dibatasi.

### Pengolahan data

Sesudah perhitungan konversi CO dan N<sub>2</sub>O dari data hasil percobaan, dibuat persamaan kecepatan reaksi dengan menggunakan regresi non-linear. Ketepatan model persamaan kecepatan reaksi yang



dipilih diuji dengan minimasi fungsi obyektif :

$$O.F. = \sum [X_{CO} - X_{CO}^*]^2 + \sum [X_{N_2O} - X_{N_2O}^*]^2 \quad (6)$$

Kemudian dengan persamaan kecepatan reaksi yang paling sesuai, harga k dapat dihitung.

### **Penjabaran Persamaan Kecepatan Reaksi**

Ada tiga bentuk mekanisme reaksi yang mungkin terjadi pada percobaan oksidasi CO, berdasarkan tiga kemungkinan bentuk gabungan ion Cu yang berperan aktif, yaitu :  $Cu^+ - Cu^{2+}$  atau  $Cu^0 - Cu^{2+}$  atau  $Cu^0 - Cu^+$ . Pada penelitian Nico, baik oksidasi dengan  $O_2$  atau dengan  $N_2O$ , fase aktif ion Cu adalah dalam bentuk gabungan  $Cu^+ - Cu^{2+}$ .

Data-data yang diperoleh dari percobaan Nico memenuhi persamaan kecepatan reaksi CO dengan gas oksigen :

$$r_{(CO+O_2)} = \frac{k_3 N_t [CO]}{1 + (k_3/k_{-6})[CO] + K_7[CO_2]} \quad (7)$$

dan untuk kecepatan reaksi CO dengan  $N_2O$  :

$$r_{(CO+N_2O)} = \frac{k_3 N_t [N_2O]}{1 + K_6[CO_2] + \frac{k_2[N_2O]}{k_3[CO]} \left\{ 1 + \frac{k_3}{k_{-6}} [CO] + K_7[CO_2] \right\}} \quad (8)$$

Bagian katalisator yang teroksidasi diberi simbol  $O^\square$  dan yang tereduksi diberi simbol  $^\square$ . Reduksi dari bagian teroksidasi ( $O^\square$ ) oleh CO dapat berlangsung menurut model Eley – Rideal atau mengikuti model Langmuir – Hinshelwood.

Adsorpsi  $CO_2$  pada  $O^\square$  menghasilkan radikal yang labil  $CO_3^{\square-}$ . Reaksi CO dengan  $O^\square$  dan reaksi  $CO_2$  dengan  $^\square$  merupakan reaksi permukaan dengan membentuk hasil yang sama, yaitu  $CO_2^\square$ .  $CO_2$  tidak dapat mengoksidasi  $Cu^+$  sehingga dapat dikatakan bahwa reaksi reduksi katalisator oleh CO merupakan reaksi tidak dapat balik.

TINJAUAN MODEL ELEY - RIDEAL  
PADA KINETIKA OKSIDASI KATALITIK GAS BUANG  
(Widyastuti)

Reaksi yang terjadi pada proses oksidasi CO dengan campuran gas  $N_2O$  dan  $O_2$  dapat dijabarkan menurut mekanisme reaksi rantai semu sebagai berikut :

- a. Oksidasi dari katalisator  
 $O_2 + 2 \square \rightarrow 2O \square$   
 dengan konstante kecepatan reaksi  $k_1$

Persamaan kecepatan reaksinya

$$r_1 = k_1 N_t [O_2] \theta_v^2$$



dengan konstante kecepatan reaksi

$k_2$

Persamaan kecepatan reaksinya

$$r_2 = k_2 N_t [N_2O] \theta_v$$

- b. Reduksi dari katalisator oleh CO dalam fase gas  
 $CO + O \square \rightarrow CO_2 \square$   
 dengan konstante kecepatan reaksi  $k_3$

Persamaan kecepatan reaksinya

$$r_3 = k_3 N_t [CO] \theta_{O \square}$$

- c. Adsorpsi CO pada permukaan katalisator yang tereduksi  
 $CO + O \square \rightarrow CO \square$   
 dengan konstante kecepatan reaksi  $k_4$

- d. Reduksi katalisator dengan reaksi permukaan



dengan konstante kecepatan reaksi

$k_5$

- e. Reaksi c dan reaksi d berlangsung sangat cepat, sehingga dapat diabaikan kecepatan reaksinya terhadap kecepatan reaksi yang lain

- f. Adsorpsi  $CO_2$

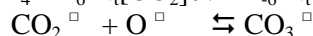


dengan konstante kecepatan reaksi

$k_6$  dan  $k_{-6}$

Persamaan kecepatan reaksinya :

$$r_4 = k_6 N_t [CO_2] \theta_v - k_{-6} N_t \theta_{CO_2 \square}$$



dengan konstante kecepatan reaksi

$k_7$

Persamaan kecepatan reaksinya

$$r_5 = k_7 N_t [CO_2] \theta_{O \square} - k_{-7} N_t \theta_{CO_3 \square}$$

Selanjutnya akan dicari  $\theta_{O \square}, \theta_{CO_2 \square}, \theta_{CO_3 \square}$  dan  $\theta_v$ . Kecepatan berkurangnya oksigen dapat dituliskan :

$$\frac{d[O_2]}{dt} = 2k_1 N_t [O_2] \theta_v^2 + k_2 N_t [N_2O] \theta_v - k_3 N_t [CO] \theta_{O \square}$$

setelah kondisi steady tercapai :

$$\frac{d[O_2]}{dt} = 0$$

$$\theta_{O_2} = \frac{2k_1[O_2]\theta_v^2 + k_2[N_2O]\theta_v}{k_3[CO]} \quad (9)$$

Kecepatan pembentukan CO<sub>2</sub> dituliskan sebagai :

$$\frac{d[CO_2]}{dt} = k_3N_t[CO]\theta_O + k_6N_t[CO_2]\theta_v - k_{-6}N_t\theta_{CO_2}$$

Setelah keadaan seimbang tercapai :

$$\theta_{CO_2} = \frac{k_3[CO]\theta_O + k_6[CO_2]\theta_v}{k_{-6}} \quad (10)$$

reaksi e reaksi seimbang :

$$\theta_{CO_3} = \frac{k_{-7}}{k_7} [CO_2] \theta_O \quad (11)$$

$$\theta_O + \theta_{CO_2} + \theta_{CO_3} + \theta_v = 1 \quad (12)$$

Pengelompokan dengan faktor  $\theta_v$ , akan menghasilkan persamaan 13) berikut :

$$\left\{ \frac{2k_1[O_2]}{k_3[CO]} + \frac{2k_1[O_2]}{k_{-6}} + \frac{2k_1k_7[CO_2][O_2]}{k_3k_{-7}[CO]} \right\} \theta_v^2 + \left\{ 1 + \frac{k_2[N_2O]}{k_3[CO]} + \frac{k_2[N_2O]}{k_{-6}} + \frac{k_2k_7[CO_2][N_2O]}{k_3k_{-7}[CO]} \right\} \theta_v - 1 = 0$$

Dimisalkan :

$$a = \frac{2k_1[O_2]}{k_3[CO]} \left\{ 1 + \frac{k_3[CO]}{k_{-6}} + \frac{k_7}{k_{-7}} [CO_2] \right\}$$

TINJAUAN MODEL ELEY - RIDEAL  
PADA KINETIKA OKSIDASI KATALITIK GAS BUANG  
(Widyastuti)

$$\theta_v + \frac{2k_1[O_2]\theta_v^2 + k_2[N_2O]\theta_v}{k_3[CO]} + \frac{k_3[CO]\theta_v^2 + k_6[CO_2]\theta_v}{k_{-6}} + \frac{k_7[CO_2]\theta_v^2}{k_{-7}} =$$

$$\theta_v + \frac{2k_1[O_2]\theta_v^2 + k_2[N_2O]\theta_v}{k_3[CO]} + \frac{[2k_1[O_2]\theta_v^2 + k_2[N_2O]\theta_v] + k_6[CO_2]\theta_v}{k_{-6}}$$

$$+ \frac{k_7[CO_2]}{k_{-7}} \left\{ \frac{2k_1[O_2]\theta_v^2 + k_2[N_2O]\theta_v}{k_3[CO]} \right\} = 1$$

dan

$$b = \frac{k_2[N_2O]}{k_3[CO]} \left\{ 1 + \frac{k_7}{k_{-7}} [CO_2] + \frac{k_3[CO]}{k_{-6}} \right\} + 1 + \frac{k_6[CO_2]}{k_{-6}}$$

Persamaan 13) dapat dituliskan dalam bentuk umum :

$$a\theta_v^2 + b\theta_v - 1 = 0$$

Asumsi – asumsi yang diambil:

1. Menurut persamaan b) kecepatan reaksi oksidasi CO dengan N<sub>2</sub>O adalah :

$$r_{(N_2O+CO)} = k_2 N_t [N_2O] \theta_v \quad (14)$$

Pada keadaan ini konsentrasi oksigen, [O<sub>2</sub>] = 0 maka a dapat diabaikan dan  $\theta_v = 1/b$ , sehingga persamaan 14) dapat dituliskan :

$$r_{(N_2O+CO)} = \frac{k_2 N_t [N_2O]}{b}$$

bila b disubstitusikan diperoleh persamaan 8)

$$r_{(N_2O+CO)} = \frac{k_1 N_t [N_2O]}{\frac{k_2[N_2O]}{k_3[CO]} \left\{ 1 + K_7[CO_2] + \frac{k_3[CO]}{k_{-6}} \right\} + 1 + K_6[CO_2]}$$

dengan :  $K_6 = k_6/k_{-6}$  dan  $K_7 = k_7/k_{-7}$

2. Menurut persamaan a) persamaan kecepatan reaksi oksidasi CO dengan O<sub>2</sub> adalah :

$$r_{(O_2+CO)} = k_1 Nt [O_2] \theta v^2 \quad (15)$$

konsentrasi  $N_2O$ ,  $[N_2O] = 0$ , sehingga harga  $b$  dapat diabaikan, dan  $\theta v^2 = 1/a$ , maka persamaan 15) dapat dituliskan menjadi:

$$r_{(O_2+CO)} = \frac{k_1 Nt [O_2]}{\frac{2k_1 [O_2]}{k_3 [CO]} \left\{ 1 + \frac{k_3 [CO]}{k_{-6}} + \frac{k_7}{k_{-7}} [CO_2] \right\}}$$

dan jika didefinisikan  $K_7 = k_7/k_{-7}$ , maka diperoleh bentuk persamaan 7):

$$r_{(O_2+CO)} = \frac{k_3 Nt [CO]}{2 \left\{ 1 + \frac{k_3 [CO]}{k_{-6}} + K_7 [CO_2] \right\}}$$

## Kesimpulan

- Mekanisme reaksi oksidasi CO dengan oksidator  $O_2$ ,  $N_2O$  atau campuran  $O_2$ , dan  $N_2O$ , yang dikatalisis dengan logam Cu-Cr/ $Al_2O_3$  mengikuti model Eley-Rideal
- Model Eley-Rideal dapat dijabarkan dengan pendekatan mekanisme reaksi rantai semu
- Peristiwa adsorpsi CO pada permukaan katalisator yang tereduksi tidak berperan atau tidak
- mempengaruhi kecepatan reaksi secara keseluruhan.
- Adsorpsi  $CO_2$  pada permukaan katalisator merupakan reaksi bolak-balik yang berlangsung lambat

## Daftar Pustaka

Happel, J., S. Kiang, J., L. Spencer, S. Oki, and M.A. Haatow, 1977, "Transient Rate Studies in Heterogeneous

TINJAUAN MODEL ELEY - RIDEAL  
PADA KINETIKA OKSIDASI KATALITIK GAS BUANG  
(Widyastuti)

- Catalysis: Oxidation of Carbon Monoxide, J. Catal, Vol. 50, p. 429.
- Froment, G.F. and K.B. Bischoff, 1990, "Chemical Reactor, Analysis and Design", 2<sup>nd</sup> ed., pp 78-98
- Levenspiel, O., 1999, "Chemical Reaction Engineering", 3<sup>rd</sup> ed., John Wiley & Sons, New York, pp 379-402
- Nauman E.B., 1987, "Chemical Reactor Design", John Wiley & Sons, New York, pp 33-39.
- Nico J.J. Dekker, Johan A.A. Hoorn, Sander Stegenga,, Freek Kapleijn, and Jacob A. Moulijn, 1992, "Kinetics of the CO Oxidation by O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O over Cu-Cr/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>", *AIChE Journal*, Vol 38, No. 3, pp 385-396
- Silva, A.E.M., R.R. Hudgins, and P.L. Silveston, 1979, "Behavior of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Catalyzed CO Oxidation in the Prsence of Inert, Diluent Gases", *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, Vol 37, pp.176-182.
- Sterling, E.V., R.M. Charles, L. David, dan M.J. Solomon , 1973, "Kinetics Study of Carbon Monoxide and Propylene Oxidation on Platinum Catalysts", *Ind. Eng..Chem. Prod. Res. Develop.*, Vol 12, No4, pp.294-301.

## ARTI LAMBANG

- [A] = Konsentrasi A, dinyatakan dalam tekanan , KPa
- $k_i$  = kontante kecepatan untuk proses i,  $\text{kPa}^{-1}\text{det}^{-1}$
- $N_t$  = total densitas bagian aktif katalisator, mol/g
- $r_i$  = kecepatan reaksi untuk proses i,  $\text{mol.g}^{-1}\text{det}^{-1}$
- $X_A$  = konversi A teramati
- $X_{A*}$  = konversi A terhitung
- $\theta_A$  = fraksi permukaan katalisator yang tertutup oleh A
- $\theta_v$  = permukaan aktif katalisator
- Indek :
- A menyatakan komponen
- I menyatakan reaksi